

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   3 月 1 3 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 0 6 7 8 1 4  
Application Number:

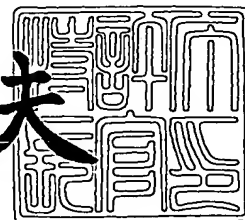
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 0 6 7 8 1 4 ]

出      願      人            パイオニア株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 2 月 2 6 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫





【書類名】 特許願

【整理番号】 57P0578

【提出日】 平成15年 3月13日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04S 5/00  
H04S 7/00

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見 6 丁目 1 番 1 号 パイオニア株式会社 総合研究所内

【氏名】 太田 佳樹

【特許出願人】

【識別番号】 000005016

【氏名又は名称】 パイオニア株式会社

【代理人】

【識別番号】 100083839

【弁理士】

【氏名又は名称】 石川 泰男

【電話番号】 03-5443-8461

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007191

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9102133

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 音場制御システム及び音場制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 音場再生の対象となる音場としての対象音場のインパルス応答を測定する特性測定手段と、

前記測定されたインパルス応答を、予め設定された周波数帯域毎に複数に分割するとともに、予め設定された経過時間単位毎に複数に分割することによって、時間及び周波数軸上で複数のブロックデータに分割する特性分割手段と、

前記分割されたブロックデータ夫々に基づいて、前記対象音場における空間の音響特性としての対象空間特性を判定する空間特性判定手段と、

前記判定された対象空間特性と、所望する音場の空間の音響特性として予め設定された所望空間特性と、の差異を検出する差異検出手段と、

前記対象音場で受聴に供する音源を前記予め設定された周波数帯域毎に音源成分を分割する音源分割手段と、

前記検出された前記空間特性の差異に基づいて、前記音源成分毎に少なくとも 1 の前記音源成分を補正する補正手段と、

前記補正された前記音源成分に基づいて前記音源を再合成する音源合成手段と

、  
を備えたことを特徴とする音場制御システム。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の音場制御システムにおいて、

前記空間の音響特性が、人間が体感する音場の広狭に対する感覚としての広さ感を示す数値特性である場合に、

前記空間特性判定手段は、

夫々の前記ブロックデータのエネルギー値と各ブロックデータ毎に定められた重み係数との加重線形和に基づいて前記空間特性を判定することを特徴とする音場制御システム。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 に記載の音場制御システムにおいて、

前記特性測定手段は、

試験信号に基づいて音を拡声する拡声手段と、



前記試験信号を発生させる信号発生手段と、  
前記拡声手段から発せられる前記音を收音する收音手段と、  
前記試験信号と、前記收音された前記音とに基づいて、前記拡声手段と前記收音手段との間のインパルス応答を算出する応答算出手段と、  
を有することを特徴とする音場制御システム。

【請求項 4】 請求項 1 乃至 3 いずれか 1 項に記載の音場制御システムにおいて、

前記補正手段は、前記予め設定された周波数帯域のうち、予め定められた周波数を超過する帯域に含まれる前記音源成分を補正することを特徴とする音場制御システム。

【請求項 5】 請求項 1 乃至 4 いずれか 1 項に記載の音場制御システムにおいて、

前記補正手段は、前記予め設定された前記経過時間のうち、予め定められた経過時刻を超過する前記経過時間に含まれる前記音源成分を補正することを特徴とする音場制御システム。

【請求項 6】 請求項 1 乃至 5 いずれか 1 項に記載の音場制御システムにおいて、

前記補正手段は、

前記検出された前記空間特性の差異に基づいて、少なくともいずれか 1 の前記音源成分に付加する付加情報を算出する付加情報算出手段と、

前記音源成分に対して当該算出された付加情報を付加することによって補正を行う情報付加手段と、

を有することを特徴とする音場制御システム。

【請求項 7】 音場再生の対象となる音場としての対象音場のインパルス応答を測定する特性測定工程と、

前記測定されたインパルス応答を、予め設定された周波数帯域毎に複数に分割するとともに、予め設定された経過時間単位毎に複数に分割することによって、時間及び周波数軸上で複数のブロックデータに分割する特性分割工程と、

前記分割されたブロックデータ夫々に基づいて、前記対象音場における空間の

音響特性としての対象空間特性を判定する空間特性判定工程と、

前記判定された対象空間特性と、所望する音場の空間の音響特性として予め設定された所望空間特性と、の差異を検出する差異検出工程と、

前記対象音場で受聴に供する音源を前記予め設定された周波数帯域毎に音源成分を分割する音源分割工程と、

前記検出された前記空間特性の差異に基づいて、前記音源成分毎に少なくとも 1 の前記音源成分を補正する補正工程と、

前記補正された前記音源成分に基づいて前記音源を再合成する音源合成工程と

を備えたことを特徴とする音場制御方法。

【請求項 8】 コンピュータによって、音場制御を行う音場制御用プログラムであって、

前記コンピュータを、

音場再生の対象となる音場としての対象音場のインパルス応答を測定する特性測定手段、

前記測定されたインパルス応答を、予め設定された周波数帯域毎に複数に分割するとともに、予め設定された経過時間単位毎に複数に分割することによって、時間及び周波数軸上で複数のブロックデータに分割する特性分割手段、

前記分割されたブロックデータ夫々に基づいて、前記対象音場における空間の音響特性としての対象空間特性を判定する空間特性判定手段、

前記判定された対象空間特性と、所望する音場の空間の音響特性として予め設定された所望空間特性と、の差異を検出する差異検出手段、

前記対象音場で受聴に供する音源を前記予め設定された周波数帯域毎に音源成分を分割する音源分割手段、

前記検出された前記空間特性の差異に基づいて、前記音源成分毎に少なくとも 1 の前記音源成分を補正する補正手段、

前記補正された前記音源成分に基づいて前記音源を再合成する音源合成手段、として機能させることを特徴とする音場制御用プログラム。

【請求項 9】 請求項 8 に記載の音場制御用プログラムをコンピュータに読

み取り可能に記録したことを特徴とする記録媒体。

【請求項 10】 音場再生の対象となる音場としての対象音場のインパルス応答を測定する特性測定手段と、

前記測定されたインパルス応答を、予め設定された周波数帯域毎に複数に分割するとともに、予め設定された経過時間単位毎に複数に分割することによって、時間及び周波数軸上で複数のブロックデータに分割する特性分割手段と、

前記分割されたブロックデータ夫々に基づいて、前記対象音場における空間の音響特性としての対象空間特性を判定する空間特性判定手段と、

を備えたことを特徴とする音場空間特性判定システム。

【請求項 11】 請求項 10 に記載の音場空間特性判定システムにおいて、前記空間の音響特性が、人間が体感する音場の広狭に対する感覚としての広さ感を示す数値特性である場合に、

前記空間特性判定手段は、

夫々の前記ブロックデータのエネルギー値と各ブロックデータ毎に定められた重み係数との加重線形和に基づいて前記空間特性を判定することを特徴とする音場空間特性判定システム。

【請求項 12】 請求項 10 又は 11 に記載の音場空間特性判定システムにおいて、

前記特性測定手段は、

試験信号に基づいて音を拡声する拡声手段と、

前記試験信号を発生させる信号発生手段と、

前記拡声手段から発せられる前記音を收音する收音手段と、

前記試験信号と、前記收音された前記音とに基づいて、前記拡声手段と前記收音手段との間のインパルス応答を算出する応答算出手段と、

を有することを特徴とする音場空間特性判定システム。

【請求項 13】 音場再生の対象となる音場としての対象音場のインパルス応答を測定する特性測定工程と、

前記測定されたインパルス応答を、予め設定された周波数帯域毎に複数に分割するとともに、予め設定された経過時間単位毎に複数に分割することによって、

時間及び周波数軸上で複数のブロックデータに分割する特性分割工程と、

前記分割されたブロックデータ夫々に基づいて、前記対象音場における空間の音響特性としての対象空間特性を判定する空間特性判定工程と、

を備えたことを特徴とする音場空間特性判定方法。

【請求項 14】 コンピュータによって、音場空間の特性判定を行う音場空間特性判定用プログラムであって、

前記コンピュータを、

音場再生の対象となる音場としての対象音場のインパルス応答を測定する特性測定手段、

前記測定されたインパルス応答を、予め設定された周波数帯域毎に複数に分割するとともに、予め設定された経過時間単位毎に複数に分割することによって、時間及び周波数軸上で複数のブロックデータに分割する特性分割手段、

前記分割されたブロックデータ夫々に基づいて、前記対象音場における空間の音響特性としての対象空間特性を判定する空間特性判定手段、

として機能させることを特徴とする音場空間特性判定用プログラム。

【請求項 15】 請求項 14 に記載の音場空間特性判定用プログラムをコンピュータに読み取り可能に記録したことを特徴とする記録媒体。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、音場制御システム及び音場制御方法の技術分野に属する。

##### 【0002】

#### 【従来の技術】

近年新しいオーディオメディアの出現により、オーディオ視聴環境が多様化してきている。このため、どのような視聴環境においても、臨場感に富んだ音響を得るためのシステムが望まれている。

##### 【0003】

このような臨場感に富んだ音響を得るシステムとして、いわゆる残響付加装置が数多く提案されている。

**【0004】**

従来の残響付加装置は、システムの前段に有限長の初期反射音生成部を有し、その出力信号を後段の残響生成部において再生音源に付加する。この残響生成部は、IIR (Infinite Impulse Response) タイプのフィルタが並列に配置される形式が一般的に用いられている。更には、これらの他に実音場のインパルス応答を再生音源に畳み込む形式のものも提案されている。

**【0005】**

また同様に臨場感に富んだ音響を得るシステムとして、例えばトランスオーラルシステムのような逆フィルタを使用するシステムも提案されている（例えば特許文献1参照）。このトランスオーラルシステムとは、目標とする音空間における受聴者の位置で収録した音を再生音場において受聴することで、目標とする音空間で受聴しているのと同様の臨場感を得ようとするシステムである。

**【特許文献1】**

特開平2000-31487号公報

**【0006】****【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、従来の残響付加装置は、空間の広さ等の再生音場の特性を考慮することなく一義的に設計者の勘や経験に基づいて残響特性等が決定され提供されていた。そのため各再生音場の音響特性に適した音響再生が行われていなかった。

**【0007】**

また、従来のトランスオーラルシステムにおいては、最適位置で受聴した場合には原音場での臨場感が得られるものの、最適位置を少しでも離れると原音場とは異なった臨場感となるといった制御エリアの狭さが問題であった。またとりわけ狭い空間での再生に際しては、厳密な原音場の定位、残響等の制御が要求されるため、精緻な逆フィルタの設計が困難であった。

**【0008】**

本発明は、上記の各問題点に鑑みて為されたものであり、その課題の一例としては、それぞれの再生音場の音響特性に応じて音響情報を付加し、原音場と同様

の臨場感のある再生音を得る音場制御システム及び音場制御方法等を提供することにある。

#### 【0009】

##### 【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために、請求項1に記載の音場制御システムの発明は、音場再生の対象となる音場としての対象音場のインパルス応答を測定する特性測定手段と、前記測定されたインパルス応答を、予め設定された周波数帯域毎に複数に分割するとともに、予め設定された経過時間単位毎に複数に分割することによって、時間及び周波数軸上で複数のブロックデータに分割する特性分割手段と、前記分割されたブロックデータ夫々に基づいて、前記対象音場における空間の音響特性としての対象空間特性を判定する空間特性判定手段と、前記判定された対象空間特性と、所望する音場の空間の音響特性として予め設定された所望空間特性と、の差異を検出する差異検出手段と、前記対象音場で受聴に供する音源を前記予め設定された周波数帯域毎に音源成分を分割する音源分割手段と、前記検出された前記空間特性の差異に基づいて、前記音源成分毎に少なくとも1の前記音源成分を補正する補正手段と、前記補正された前記音源成分に基づいて前記音源を再合成する音源合成手段と、を備えたことを特徴として構成する。

#### 【0010】

また、請求項7に記載の音場制御方法の発明は、音場再生の対象となる音場としての対象音場のインパルス応答を測定する特性測定工程と、前記測定されたインパルス応答を、予め設定された周波数帯域毎に複数に分割するとともに、予め設定された経過時間単位毎に複数に分割することによって、時間及び周波数軸上で複数のブロックデータに分割する特性分割工程と、前記分割されたブロックデータ夫々に基づいて、前記対象音場における空間の音響特性としての対象空間特性を判定する空間特性判定工程と、前記判定された対象空間特性と、所望する音場の空間の音響特性として予め設定された所望空間特性と、の差異を検出する差異検出工程と、前記対象音場で受聴に供する音源を前記予め設定された周波数帯域毎に音源成分を分割する音源分割工程と、前記検出された前記空間特性の差異に基づいて、前記音源成分毎に少なくとも1の前記音源成分を補正する補正工程

と、前記補正された前記音源成分に基づいて前記音源を再合成する音源合成工程と、を備えたことを特徴として構成する。

#### 【0011】

また、請求項 8 に記載の音場制御用プログラムの発明は、コンピュータによって、音場制御を行う音場制御用プログラムであって、前記コンピュータを、音場再生の対象となる音場としての対象音場のインパルス応答を測定する特性測定手段、前記測定されたインパルス応答を、予め設定された周波数帯域毎に複数に分割するとともに、予め設定された経過時間単位毎に複数に分割することによって、時間及び周波数軸上で複数のブロックデータに分割する特性分割手段、前記分割されたブロックデータ夫々に基づいて、前記対象音場における空間の音響特性としての対象空間特性を判定する空間特性判定手段、前記判定された対象空間特性と、所望する音場の空間の音響特性として予め設定された所望空間特性と、の差異を検出する差異検出手段、前記対象音場で受聴に供する音源を前記予め設定された周波数帯域毎に音源成分を分割する音源分割手段、前記検出された前記空間特性の差異に基づいて、前記音源成分毎に少なくとも 1 の前記音源成分を補正する補正手段、前記補正された前記音源成分に基づいて前記音源を再合成する音源合成手段、として機能させることを特徴として構成する。

#### 【0012】

また、請求項 9 に記載の記録媒体の発明は、請求項 8 に記載の音場制御用プログラムをコンピュータに読み取り可能に記録したことを特徴として構成する。

#### 【0013】

また、請求項 10 に記載の音場空間特性判定システムの発明は、音場再生の対象となる音場としての対象音場のインパルス応答を測定する特性測定手段と、前記測定されたインパルス応答を、予め設定された周波数帯域毎に複数に分割するとともに、予め設定された経過時間単位毎に複数に分割することによって、時間及び周波数軸上で複数のブロックデータに分割する特性分割手段と、前記分割されたブロックデータ夫々に基づいて、前記対象音場における空間の音響特性としての対象空間特性を判定する空間特性判定手段と、を備えたことを特徴として構成する。

## 【0014】

また請求項13に記載の音場空間特性判定方法の発明は、音場再生の対象となる音場としての対象音場のインパルス応答を測定する特性測定工程と、前記測定されたインパルス応答を、予め設定された周波数帯域毎に複数に分割するとともに、予め設定された経過時間単位毎に複数に分割することによって、時間及び周波数軸上で複数のブロックデータに分割する特性分割工程と、前記分割されたブロックデータ夫々に基づいて、前記対象音場における空間の音響特性としての対象空間特性を判定する空間特性判定工程と、を備えたことを特徴として構成する。

## 【0015】

また、請求項14に記載の音場空間特性判定用プログラムの発明は、コンピュータによって、音場空間の特性判定を行う音場空間特性判定用プログラムであって、前記コンピュータを、音場再生の対象となる音場としての対象音場のインパルス応答を測定する特性測定手段、前記測定されたインパルス応答を、予め設定された周波数帯域毎に複数に分割するとともに、予め設定された経過時間単位毎に複数に分割することによって、時間及び周波数軸上で複数のブロックデータに分割する特性分割手段、前記分割されたブロックデータ夫々に基づいて、前記対象音場における空間の音響特性としての対象空間特性を判定する空間特性判定手段、として機能させることを特徴として構成する。

## 【0016】

また、請求項15に記載の記録媒体の発明は、請求項14に記載の音場空間特性判定用プログラムをコンピュータに読み取り可能に記録したことを特徴として構成する。

## 【0017】

## 【発明の実施の形態】

続いて、上述の人間が体感する音場の広さ感判定方法を利用した音場空間特性判定システム及び音場制御システムについての実施の形態について説明する。

## 【0018】

まず、本願に係る音場空間特性判定システムの概要構成について図1及び図2

を用いて説明する。

【0019】

なお、図1は本願に係る音場空間特性判定システム及び音場制御システムの概要構成の一例を示す機能ブロック図であり、図2は、本願に係る音場空間特性判定システム2の細部構成の一例を示す図である。

【0020】

図1に示すように、本実施形態の音場制御システムSFは、特性測定部2と、特性分割部3と、特性判定部4と、差異検出部5と、音源分割部6と、音源補正部7と、音源合成部8と、を含んで構成される。

【0021】

なお、特性測定部2と、特性分割部3と、特性判定部4とで、音場空間特性判定システムSIを構成している。

【0022】

また、例えば本実施形態の特性測定部2は本発明の特性測定手段を構成し、特性分割部3は本発明の特性分割手段を構成し、特性判定部4は本発明の空間特性判定手段を構成する。さらに、差異検出部5は本発明の差異検出手段を構成し、音源分割部6は本発明の音源分割手段を構成し、音源補正部7は本発明の補正手段、付加情報算出手段及び情報付加手段を構成する。また音源合成部8は本発明の音源合成手段を構成する。

【0023】

まず、特性測定部2は、音場再生の対象となる音場としての対象音場のインパルス応答を測定するようになっている。特性測定部2の細部の構成については後述する。

【0024】

特性分割部3は、測定されたインパルス応答を予め設定された周波数帯域毎に複数に分割するとともに、予め設定された経過時間単位毎に複数に分割することによって、時間一周波数軸上でマトリクス状に複数のブロックデータに分割するようになっている。

【0025】

なお、予め設定された周波数帯域による分割とは、一定の帯域幅に限らず、それぞれ異なる帯域幅で分割する場合を含む。

#### 【0026】

また同様に、予め設定された経過時間単位とは、一定の時間単位に限らず、それぞれ異なる時間幅で分割する場合を含む。ここで、経過時間とは、直接音の到来時刻を 0 m s e c とした場合の経過時間をいい、それぞれの分割方法については後述する。

#### 【0027】

特性判定部 4 は、分割されたブロックデータに基づいて、対象音場の空間の音響特性としての広さ感を判定し一定の評価値として数値化している。

#### 【0028】

なお、対象音場とは、受聴者が受聴する再生音場をいう。再生音場の一例としては、受聴者の自宅の一室や自動車内の座席空間が挙げられる。

#### 【0029】

また、広さ感とは、音場の広狭に対する感覚として人間が体感する音場の空間の音響特性の一つをいう。その数値特性とは、音場の容積等によって異なる残響を聴くことで、人間がその音場の広さを感覚的に認識する度合いを評価値として数値化されたものをいう。この広さ感を表す評価値の算出方法については後述する。

#### 【0030】

差異検出部 5 は、判定された対象音場の広さ感を表す評価値と、所望する音場の空間特性として予め設定された所望空間特性としての所望する音場の広さ感を表す評価値と、を比較してその差異を検出している。

#### 【0031】

なお、所望する音場とは、例えばコンサートホールやライブハウス等、受聴者が音楽等を受聴するにあたって、そこで聴いているかのような臨場感を得ることを希望する音場をいう。一般的に、対象音場は所望する音場よりより狭い空間である。

## 【0032】

音源分割部 6 は、再生対象としての音源 1 を所定の周波数帯域毎に複数の音源成分に分割するようになっている。なお分割される周波数帯域は、上記の音場空間特性判定システム S I における分割と同じ帯域である。

## 【0033】

音源補正部 7 は、上記周波数成分の分割数と同じ数の反射音追加フィルタを備え、差異検出部 5 により検出された対象音場の広さ感を示す評価値と所望する音場の広さ感を示す評価値との差異に基づいて、評価値が等しくなるように音源成分を補正するようになっている。

## 【0034】

音源合成部 8 は、反射音パターンが音源成分に付加された周波数帯域毎の信号を再合成して、出力装置 O A に対して合成信号を出力するようになっている。

## 【0035】

次に、特性測定部 2 の細部構成について図 2 を用いて説明する。

## 【0036】

特性測定部 2 は、対象音場のインパルス応答を測定するため、例えば図 2 に示すように対象音場としての音場 10 の中に配設される。

## 【0037】

図 2 に示すように、特性測定部 2 は、測定用信号音を拡声するスピーカ 21 と、スピーカ 21 から一定距離離れた位置に設けられたマイクロフォン 22 と、スピーカ 21 を駆動するテスト信号を発生するテスト信号発生器 23 と、スピーカ 21 を駆動する増幅器 24 と、マイクロフォン 22 で受信した音のレベルを調整する増幅器 25 と、テスト信号発生器 23 のテスト信号とマイクロフォン 22 で收音した音波信号からインパルス応答を算出するアナライザ 26 と、算出されたインパルス応答を記録する記録装置 27 と、を含んで構成されている。

## 【0038】

なお、例えば、本実施形態のスピーカ 21 は、本発明の拡声手段を構成し、テスト信号発生器 23 は本発明の信号発生手段を構成する。さらに、マイクロフォン 22 は本発明の收音手段を構成し、アナライザ 26 は本発明の応答算出手段を

構成する。

【0039】

続いて、特性測定部 2 におけるインパルス応答の測定方法について説明する。

【0040】

まず、テスト信号発生器 23 はインパルス信号等のテスト信号（試験信号）を発生し、テスト信号発生器 23 からのテスト信号を増幅器 24 で所定のレベルにまで増幅調整し、その出力をスピーカ 21 に入力させて音を音場 10 内に発生させる。

【0041】

マイクロフォン 22 は音場 10 内に発せられた音を收音する。マイクロフォン 22 は、スピーカ 21 に対して予め設定された位置に配設される。

【0042】

スピーカ 21 からの音は図 2 に示すように、直接にマイクロフォン 22 へ到達する直接音と、音場 10 の壁、天井、床等に反射してから到達する反射音（間接音）とがあり、これらがインパルス応答の特徴を示すことになる。

【0043】

増幅器 25 は、マイクロフォン 22 によって收音された音の信号を所定のレベルに増幅し、アナライザ 26 は増幅された信号からインパルス応答を算出し記録装置 27 へ記録する。

【0044】

なお、本実施形態では、アナライザ 26 や記録装置 27 を用いているが、アナライザ 26 や記録装置 27 に代えて測定プログラムが備わったパーソナルコンピュータ等を用いることも可能である。

【0045】

また、本実施形態ではテスト信号（試験信号）としてインパルス信号を用いているが、入力する信号はインパルス信号に限るものではなく、例えば M 系列雑音やタイムストレッチドパルス信号等を用いることも可能である。

【0046】

以上のようにして音場のインパルス応答の測定が行われ、測定されたインパル

ス応答は音場の広さ感を示す数値特性としての評価値の算出に用いられることとなる。

#### 【0047】

続いて、音場空間特性判定システム S I において行われる、音場の広さ感を示す数値特性としての評価値の算出原理について説明する。

#### 【0048】

まず、例えばさまざまな部屋のインパルス応答を用いて主観評価実験を行うことによりこの評価値を算出する。

#### 【0049】

具体的には、容積等の異なる複数の部屋で、図 2 で示した構成で特性測定部 2 により測定したインパルス応答を音源に畳み込むことにより複数の刺激音を作成する。なお、再生時における各刺激音の音色の変化を最小限に抑えるため、全てのインパルス応答は可聴帯域で周波数特性がほぼフラットになるように補正しておく。

#### 【0050】

この主観評価実験では、例えばこれら複数の刺激音のうち 2 つの音を一対にして、ヘッドフォンを通してランダムに再生するようになっており、各音に対する複数の被験者の聴感上の音の広さに対するイメージを得るようになっている。

#### 【0051】

なお、音源による結果の相違を考慮するため、例えば性質がまったく異なる音声（以下、「ソース 1」という）とドラム（以下、「ソース 2」という）の 2 種類のソースを用いている。この実験結果に対して、サーストンの比較判断の原則（ケース V）を適用して評価値を算出する。

#### 【0052】

ここで、サーストンの比較判断の原則（ケース V）とは、間隔尺度を用いて評価値を算出する原則である。この間隔尺度とは、心理学上感覚的に等しい距離を数値的に等しい距離で表す値である。したがって、原点が設けられておらず、その値の各差に対して意義を有するものである。

#### 【0053】

この算出された評価値の一例を図 3 に示す。

【0054】

なお、図 3 は上記実験により得られた評価値の一例を示す表である。

【0055】

図 3 に示すように、ソース 1、ソース 2 における各ルーム毎の評価値の傾向は近似している。

【0056】

次に、以上のようにして得られた評価値データに基づいて、対象音場の広さ感を示す評価値を算出する方法について説明する。

【0057】

まず、特性分割部 3 では、特性測定部 2 で測定された音場のインパルス応答を、時間一周波数軸上で任意の周波数帯域及び経過時間単位で複数のブロックデータにマトリクス状に分割する。

【0058】

ここで、インパルス応答を時間一周波数軸でそれぞれ分割する理由について図 4 を用いて説明する。

【0059】

なお、図 4 はインパルス応答から算出される残響特性と周波数帯域との関係の一例を示した図である。このうち図 4 (A) は低い周波数帯域における残響特性の一例を示した図であり、図 4 (B) は高い周波数帯域における残響特性の一例を示した図である。

【0060】

また、音には、前述のように直接音と反射音とが含まれているが、インパルス応答から算出される残響特性とは、反射音の減衰に係わる特性である。

【0061】

図 4 (A) (B) に示すように、一定時刻 T を過ぎると時間が経過するほど減衰する残響特性を有する。

【0062】

また、図 4 (A) に示す高い周波数帯域では、図 4 (B) に示す低い周波数帯

域に比べて減衰が早い残響特性を有することとなる。

【0063】

このように、インパルス応答から算出される残響特性は、経過時間及び周波数帯域により異なる。このため、本実施形態における特性分割部3は、インパルス応答を時間一周波数軸で複数のブロックデータに分割する。

【0064】

ここで、特性分割部3で行われる時間周波数分割の一例について図5を用いて説明する。

【0065】

なお、図5は、時間周波数分割の一例を示した図である。

【0066】

特性分割部3は、図5に示すように、例えば時間軸方向に4分割、周波数軸方向に3分割の計12ブロックにマトリクス状に分割する。

【0067】

まず、周波数軸方向については、特性分割部3は、例えば人間の音声帯域（500Hz～2kHz）を基準として3分割する。

【0068】

また、時間軸方向については、特性分割部3は、例えば人間が聴いたときに音が分離して聞こえるか否かの経過時刻として一般的に知られている80msを基準として4分割する。

【0069】

なお、図5において、時間軸の0msは、直接音が到来する時刻を示している。

【0070】

次に、特性判定部4は、特性分割部3で分割された各ブロックデータのエネルギーを算出する。各ブロックデータに含まれるインパルス応答のエネルギーを $E_{ij}$ として、特性判定部4で行われる $E_{ij}$ の算出方法の一例として $E_{22}$ の算出手順を以下に示す。

【0071】

まず特性判定部 4 は、解析対象となるインパルス応答  $p(t)$  を、 $E_{22}$  は 500 Hz から 2 kHz までの成分に対応するバンドパスフィルタ  $h_2(t)$  でフィルタリングする。これを帯域幅で正規化し、エネルギー系列  $e(t)$  を算出する。

【0072】

なお、バンドパスフィルタ  $h_2(t)$  としては、例えば直線位相 FIR (Finite Impulse Response) を設定する。

【0073】

【数 1】

$$e(t) = \frac{1}{2000 - 500} \cdot \left( \int_{-\infty}^{\infty} h(\tau) \cdot p(t - \tau) d\tau \right)^2$$

… (式 1)

特性判定部 4 は、 $e(t)$  を時間軸上で積分し、かつ時間幅で正規化し  $E_{22}$  を算出する。ここで、 $t_0$  は直接音が到来する時刻とする。

【0074】

【数 2】

$$E_{22} = \frac{1}{0.04 - 0.02} \cdot \int_{t_0 + 20 \text{ ms}}^{t_0 + 40 \text{ ms}} e(t) dt \quad \dots \quad \text{(式 2)}$$

特性判定部 4 は、 $E_{22}$  以外の他のブロックデータのエネルギーについても同様に算出し、算出された後に、 $E_{ij}$  を正規化する。

【0075】

【数 3】

$$\sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^3 E_{ij} = 1 \quad \dots \quad \text{(式 3)}$$

このように、ある部屋のインパルス応答  $p(t)$  が得られているとき、エネルギー  $E_{ij}$  が得られる。広さ感を示す評価値  $R$  が重み係数（回帰係数） $W_{ij}$  を用いて  $E_{ij}$  の重み付きの線形和（加重線形和）で表すとする、

【0076】

【数4】

$$R = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^3 W_{ij} \cdot E_{ij} \dots \quad (\text{式4})$$

となる。

【0077】

上記の実験等で得られた評価値  $R$  を目的変数とし、対応するインパルス応答のエネルギー  $E_{ij}$  を説明変数として重回帰分析が行われ、重み係数  $W_{ij}$  が算出される。

【0078】

このように重み係数  $W_{ij}$  は、評価値  $R$  の算出に対する寄与度を示す係数としてブロックデータ毎に予め定められる。この重み係数  $W_{ij}$  がプラスの場合、そのブロックデータのエネルギー値が増加すると評価値  $R$  は大きくなり、反対に重み係数  $W_{ij}$  がマイナスのブロックデータのエネルギー値が増加すると、評価値  $R$  は小さくなる。

【0079】

ここで、この重み係数  $W_{ij}$  の一例について図6及び図7を用いて説明する。

【0080】

なお、図6は実験結果に基づくソース1についての重み係数の一例を示したグラフであり、図7は実験結果に基づくソース2についての重み係数の一例を示したグラフである。

【0081】

図6及び図7に示すように、いずれのソースに対する重み係数も同様の形状を示すグラフとなっており、各ブロックデータのエネルギー値の増減による全体の

広さ感  $R$  の変化の度合いは、各ブロックデータで夫々異なっている。その中でも周波数  $2\text{ kHz}$  超の帯域かつ経過時間  $80\text{ msec} - 160\text{ msec}$  のブロックにおける  $E_{43}$  の重み係数の値が大きくなっていることが示される。

#### 【0082】

これは、重み係数の高い  $E_{43}$  の成分値の増減により全体としての広さ感を示す評価値  $R$  が大きく左右されることを意味している。

#### 【0083】

以上のように、広さ感を示す評価値は、時間周波数平面での離散的エネルギー分布の加重線形和により（式 4）で計算される。また、反射音の時間周波数構造を任意に変更し、この評価値を制御することによって人間が体感する広さ感を変更することが可能となる。

#### 【0084】

そこで次に、この原理をふまえて本実施形態における音源補正部 7 において行われる具体的な音源成分の補正方法について説明する。

#### 【0085】

上述のように、重み係数  $W_{ij}$  がプラスの場合、そのブロックデータのエネルギー値が増加すると評価値  $R$  は大きくなり、反対に重み係数  $W_{ij}$  がマイナスのブロックデータのエネルギー値が増加すると、評価値  $R$  は小さくなる。

#### 【0086】

したがって、音源補正部 7 は、音場 10 の広さ感を示す評価値  $R_{\text{small}}$  を大きく、すなわちより広い音場の残響特性に変更する場合には、重み係数  $W_{ij}$  がプラスのブロックのエネルギー値を引き上げるように付加情報を算出し、対応する帯域の反射音追加フィルタの修正を行い、音源成分の補正を行う。

#### 【0087】

一方、例えば修正により音場 10 の広さ感を示す評価値  $R_{\text{small}}$  が大きくなりすぎて、より狭い音場の残響特性に変更する場合には、音源補正部 7 は、重み係数  $W_{ij}$  がマイナスのブロックのエネルギー値を引き上げるように付加情報を算出し、対応する帯域の反射音追加フィルタの修正を行い、音源成分の補正を行う。

## 【0088】

また、具体的な付加情報の決定方法としては、音源補正部7は、例えば目標とする音場のエネルギー分布と対象音場のエネルギー分布とをブロック単位で比較し、差分の大きいブロックから優先的に補正するように付加情報を決定する。

## 【0089】

なお、音源補正部7は、補正後の音がより自然な音となるように付加情報の算出及びフィルタの修正を行う。

## 【0090】

すなわち、自然音は時間が経過するにつれてエネルギーが減衰する性質を有しており、経験的には指数的に減衰していくのが人間の耳にとって自然な音となる。また周波数が高いほど、減衰曲線のカーブは鋭くなる。そこで、音源補正部7は、これらのパターンに沿う形で音源成分を補正する。

## 【0091】

なお、音源補正部7は、付加情報の算出及びフィルタの修正の際には、上記ブロック全てを対象とせず、上記ブロックの中でも重み係数が大きく広さ感への影響が大きい $E_{43}$ を対象とし、 $E_{43}$ のエネルギー値を上げるように音源成分を補正することも可能である。

## 【0092】

また、同様の理由により、音源補正部7は、例えば経過時間が所定の時間、本実施形態においては80 msecを超える経過時間に属する $E_{43}$ 及び $E_{42}$ のエネルギー値を上げるように音源成分を補正することも可能である。

## 【0093】

続いて、上述の音場空間特性判定システムによる広さ感判定及び音源成分の補正方法を用いた音場制御処理の動作について図8を用いて説明する。

## 【0094】

なお、図8は、実施形態に係る音場制御システムSFによって行われる音場制御処理の動作を示すフローチャートである。

## 【0095】

まず、図示しない制御部から音場制御指示を受けた場合、音源補正部7は、再

生を行う音場 10 のインパルス応答  $h_{small}$  を設定する (ステップ S 11)。

【0096】

次いで、差異検出部 5 は、例えばコンサートホール等の所望する音場の広さ感を示す評価値  $R_{large}$  を設定する (ステップ S 12)。

【0097】

次いで、音源補正部 7 は、分割する周波数帯域数分、ここでは 3 つの帯域の反射音付加フィルタを設定する (ステップ S 13)。

【0098】

次いで、特性判定部 4 は、再生を行う音場 10 のインパルス応答  $h_{small}$  とこれらを合成したフィルタの畳み込み計算を行い、値  $H$  を計算する (ステップ S 14)。

【0099】

【数 5】

$$H = \left( \sum_i BPF_{-i} \otimes FILT_{-i} \right) \otimes h_{small}$$

… (式 5)

次いで、特性判定部 4 は、前述の広さ感を示す評価値の計算式 (式 4) を用いて畳み込み演算後の音場 10 の広さ感を示す評価値  $R_{small}$  を算出し、算出結果を差異検出部 5 へ出力する (ステップ S 15)。

【0100】

次いで、差異検出部 5 は、特性判定部 4 で算出された音場 10 の広さ感を示す評価値  $R_{small}$  と目標とする広さ感を示す評価値  $R_{large}$  との差異を検出し、値が一致するか否かの判断を行う (ステップ S 16)。

【0101】

差異検出部 5 が音場 10 の広さ感を示す評価値  $R_{small}$  と目標とする広さ感を示す評価値  $R_{large}$  とが一致しないと判断した場合には (ステップ S 16、No)、音源補正部 7 は、差異検出部 5 において検出された差異に基づいて、反射音

追加フィルタのいずれかを微修正すべく音源成分に付加する情報を算出し、音源補正部 7 の反射音追加フィルタの修正を行う（ステップ S 1 7）。この音源補正部 7 における付加情報の算出及び反射音追加フィルタの修正方法については前述したとおりである。

#### 【0102】

なお、フィルタの修正を行った後は、ステップ S 1 4 の処理へと戻り、差異検出部 5 は、 $R_{large}$  と修正後の  $R_{small}$  との差異の検出を行う。

#### 【0103】

一方、ステップ S 1 6 の判断において、差異検出部 5 が音場 1 0 の広さ感を示す評価値  $R_{small}$  と目標とする広さ感を示す評価値  $R_{large}$  とが一致すると判断した場合には（ステップ S 1 6、Yes）、一連の処理を終了する（ステップ S 1 8）。

#### 【0104】

これにより、一連の音場制御処理の終了後、修正された反射音追加フィルタを用いて例えば音楽の再生が開始されることによって、受聴者は所望する広さ感を体感することが可能となる。

#### 【0105】

なお、インパルス応答  $h_{small}$  のデータは、例えば前述した測定方法によりあらかじめ自動車内の座席空間等の対象音場で測定しておき、記録装置 2 7 に記録したデータを用いることが可能である。また所望する音場の広さ感を示す評価値  $R_{large}$  のデータについても同様に、あらかじめ記録装置 2 7 に記録しておき、これを用いることが可能である。

#### 【0106】

以上説明したように、本実施形態によれば、音場再生の対象となる音場としての音場 1 0 のインパルス応答を測定する特性測定部 2 と、測定されたインパルス応答を、予め設定された周波数帯域毎に複数に分割するとともに、予め設定された経過時間単位毎に複数に分割することによって、時間及び周波数軸上で複数のブロックデータに分割する特性分割部 3 と、分割されたブロックデータ夫々に基づいて、音場 1 0 における空間の音響特性としての対象空間特性を判定する特性

判定部 4 と、判定された対象空間特性と、所望する音場の空間の音響特性として予め設定された所望空間特性と、の差異を検出する差異検出部 5 と、音場 10 で受聴に供する音源 1 を予め設定された周波数帯域毎に音源成分を分割する音源分割部 6 と、検出された空間特性の差異に基づいて、音源成分毎に少なくとも 1 の音源成分を補正する音源補正部 7 と、補正された各音源成分に基づいて音源を再合成する音源合成部 8 と、を備えた構成を有している。

#### 【0107】

したがって、対象音場のインパルス応答を測定し、予め設定された周波数及び経過時間で複数のブロックに分割することによって対象音場の空間特性を判定し、所望する空間特性との差異を検出するとともに、その検出結果に応じて、対象音場で受聴に供する音に対して少なくともいずれか 1 の前記ブロックの音源を補正する。

#### 【0108】

このように、周波数及び経過時間によって異なる反射音パターンを複数のブロックに分けることにより対象音場の空間特性、例えば人間が体感する音場の広さ感について判定することができるため、音場制御や音響ホール設計に活用することが可能となる音場空間特性判定システムを提供することができる。

#### 【0109】

また、所望する音場との空間特性の差異に応じて、音源に付加すべき情報を算出し、所定のブロック単位で再生すべき音源の補正を行うので、例えば狭い受聴空間においても広いコンサートホールなど所望する音場で受聴した場合と同様の臨場感を容易に得ることが可能となる音場制御システムを提供することができる。

#### 【0110】

また本実施形態によれば、空間の音響特性が、人間が体感する音場の広狭に対する感覚としての広さ感を示す数値特性である場合に、特性判定部 4 は、夫々のブロックデータのエネルギー値  $E_{ij}$  と各ブロックデータ毎に定められた重み係数  $W_{ij}$  との加重線形和に基づいて空間特性  $R$  を判定することを特徴として構成されている。

**【0111】**

したがって、周波数及び時間によりブロックごとに異なる広さ感への影響度を重み付けを行うことによって計算し判定するので、人間が体感する音場の広さ感を客観的な評価値として表すことが可能となる音場空間特性判定システムを提供することができる。

**【0112】**

また、この評価値の差異に基づいてブロック単位で音場制御を行えばよいので、従来必要とされたような厳密なフィルタ制御を行う必要がなく、短時間にフィルタを設計することが可能となり、また分割する帯域数を減らす効果もあり実時間処理を大幅に減らすことが可能となる。

**【0113】**

さらに評価値の差異に基づいて音場制御を行うので、設計者の勘や経験に頼ることなく、客観的な音場制御を行うことが可能な音場制御システムを提供することができる。

**【0114】**

また本実施形態によれば、特性測定部2は、試験信号に基づいて音を拡声するスピーカ21と、試験信号を発生させるテスト信号発生器23と、スピーカ21から発せられる音を收音するマイクロフォン22と、試験信号と、收音された音とに基づいて、スピーカ21とマイクロフォン22との間のインパルス応答を算出するアナライザ26と、を含む構成を有している。

**【0115】**

したがって、音場空間特性判定システムS1においてインパルス応答を算出することにより、対象音場の空間特性を容易に測定することが可能な音場空間特性判定システム及びこれを利用した音場制御システムを提供することができる。

**【0116】**

また本実施形態によれば、予め設定された周波数帯域に、予め定められた低中域を含む帯域と、当該低中域を超過する帯域とを少なくとも含む場合に、音源補正部7は、当該低中域を超過する帯域に含まれる音源成分を補正する構成を有している。

**【0117】**

したがって、人間の聴覚のメカニズム上、音場の広さに対する感覚に対して重要な要素である中高域での反射音成分を補正するので、所望する広さ感を効果的に得ることが可能な音場制御システムを提供することができる。

**【0118】**

また本実施形態によれば、周波数軸において分割するために予め設定された周波数としての低中域の値は、500Hz～2kHzとする構成を有している。

**【0119】**

したがって、低中域の上限として一般的に認識されている値である2kHzを超える周波数帯域で反射音成分を補正するので、所望する広さ感をより効果的に得ることが可能な音場制御システムを提供することができる。

**【0120】**

また本実施形態によれば、音源補正部7は、直接音が到来する時刻を基準として、当該時刻から予め定められた時間を経過した経過時間に含まれる反射音成分を補正することを特徴とする構成を有している。

**【0121】**

したがって、人間の聴覚のメカニズム上、音場の広さに対する感覚に対して重要な要素である所定時刻（例えば80ms）を超える経過時間で音源に反射音を付加するので、所望する広さ感を効果的に得ることが可能な音場制御システムを提供することができる。

**【0122】**

なお、この所定時刻は例えばクラシックやロック等再生する音楽のジャンルにより任意に変更することができるので、ジャンル等に応じてさらに効果的な音場制御を行うことが可能となる。

**【0123】**

また、本実施形態によれば、音源補正部7は、検出された空間特性の差異に基づいて、少なくともいずれか1の音源成分に付加する付加情報を算出し、当該音源成分に対して算出された付加情報を付加することによって補正を行うことを特徴とする構成を有している。

## 【0124】

したがって、補正方法としては付加情報を算出し音源成分に付加するだけでよいので、従来必要とされたような厳密なフィルタ制御を行う必要がなく、短時間にフィルタを設計することが可能となり、実時間処理を更に大幅に減らすことが可能な音場制御システムを提供することができる。

## 【0125】

また、本実施形態では、音場空間特性判定システム S I を対象音場において所望する音場の広さ感を得ることができるよう音源に情報を付加し調整する音場制御システム S F に適用する構成をとっているが、本判定システムの適用はこれに限るものではない。すなわち、例えば音響ホールやリスニングルーム等再生空間の設計の分野に対しても当該音場空間特性判定システムは適用することができる。またその他空間印象の尺度として本広さ感判定を利用して各種設計及び制御を行うあらゆる分野に対して本判定システムは適用可能である。

## 【0126】

また、本実施形態では、上述のシステム構成によって音場空間特性の判定及び音場の制御を行うようになっているが、システム中にコンピュータおよび記録媒体を備え、この記録媒体に上述の広さ感判定動作及び音場制御動作を行うプログラムを格納し、コンピュータによって当該広さ感判定プログラム及び音場制御プログラムを読み込むことによって上述と同様の動作を行うようにすることも可能である。

## 【0127】

また、この音場空間特性判定プログラム及び音場制御プログラムを実行するシステムにおいて、記録媒体を DVD や CD などの記録媒体により構成するようにしてもよい。

## 【0128】

この場合、当該システムは、記録媒体からプログラムを読み出す読出装置を備えることとなる。

## 【0129】

また、本実施形態では、一つのスピーカに対して一箇所の受音点がある場合を

想定しているが、これに限るものではなく、2スピーカを備えたステレオシステムやマルチチャンネルシステムに対しても適用可能である。例えば複数のスピーカを所定の位置において再生する場合には、それぞれのスピーカについて個別にインパルス応答の測定を行い、図8におけるステップS13乃至17で説明した処理を音源の数だけ繰り返し行えばよい。

#### 【0130】

なお、本実施の形態においては、時間軸方向に4分割、周波数軸方向に3分割の計12ブロックに分割しているが、これに限るものではなく、時間一周波数軸における分割方法及び分割数は任意である。したがって、例えば再生する音楽のジャンル、使用するフィルタ等さまざまな条件を考慮して適宜時間軸方向の分割数及び周波数軸方向の分割数や分割の基準とする時間・周波数を決定することが可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本願に係る音場空間特性判定システム及び音場制御システムの概要構成の一例を示す機能ブロック図である。

##### 【図2】

本願に係る音場空間特性判定システム2の細部構成の一例を示す図である。

##### 【図3】

広さ感を示す評価値の一例を示す表である。

##### 【図4】

インパルス応答から算出される残響特性と周波数帯域との関係の一例を示した図であり、このうち(A)は低い周波数帯域における残響特性の一例を示した図であり、(B)は高い周波数帯域における残響特性の一例を示した図である。

##### 【図5】

時間周波数分割の一例を示した図である。

##### 【図6】

実験結果に基づくソース1についての重み係数の一例を示したグラフである。

##### 【図7】

実験結果に基づくソース 2 についての重み係数の一例を示したグラフである。

【図 8】

実施形態に係る音場制御システム S F によって行われる音場制御処理の動作を示すフローチャートである。

【符号の説明】

S F … 音場制御システム

S I … 音場空間特性判定システム

1 … 音源

2 … 特性測定部

3 … 特性分割部

4 … 特性判定部

5 … 差異検出部

6 … 音源分割部

7 … 音源補正部

8 … 音源合成部

1 0 … 音場

2 1 … スピーカ

2 2 … マイクロフォン

2 3 … テスト信号発生器

2 4 … 増幅器

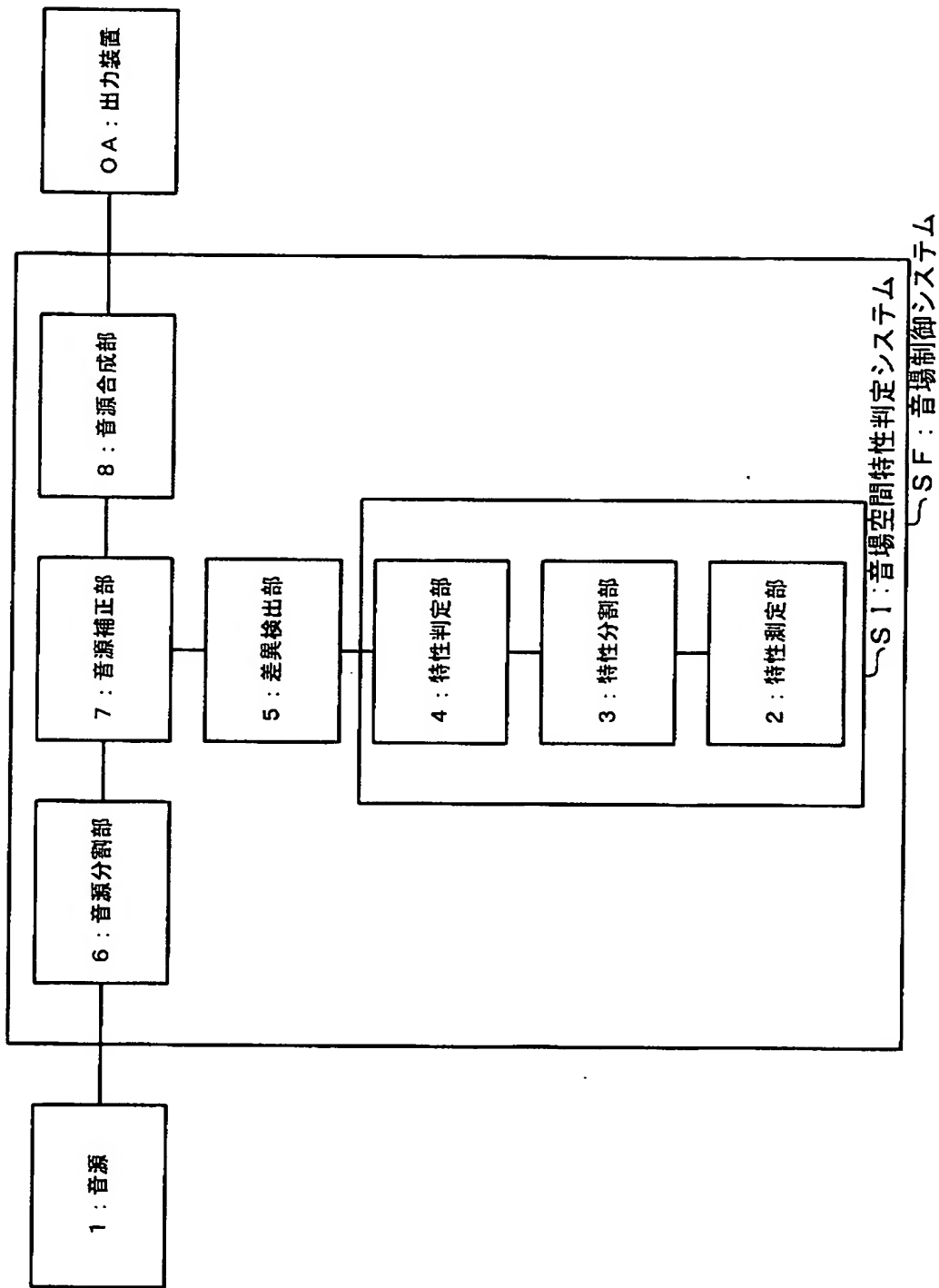
2 5 … 増幅器

2 6 … アナライザ

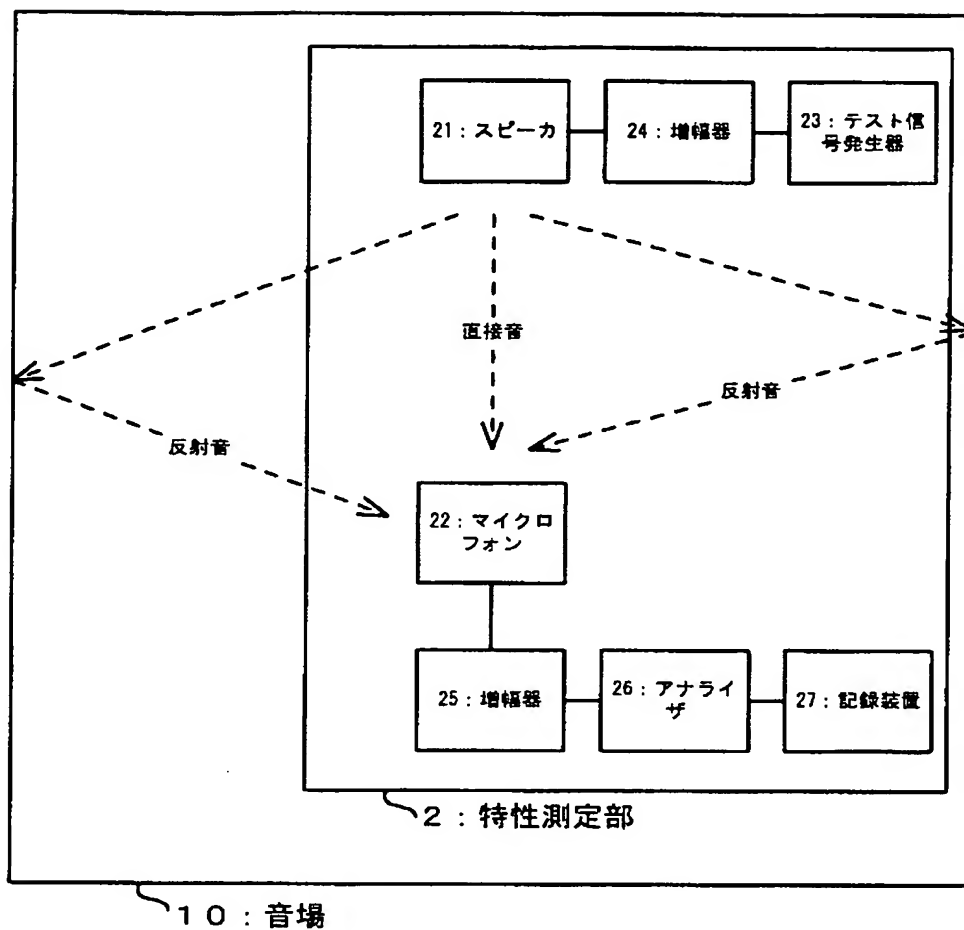
2 7 … 記録装置

【書類名】 図面

【図 1】



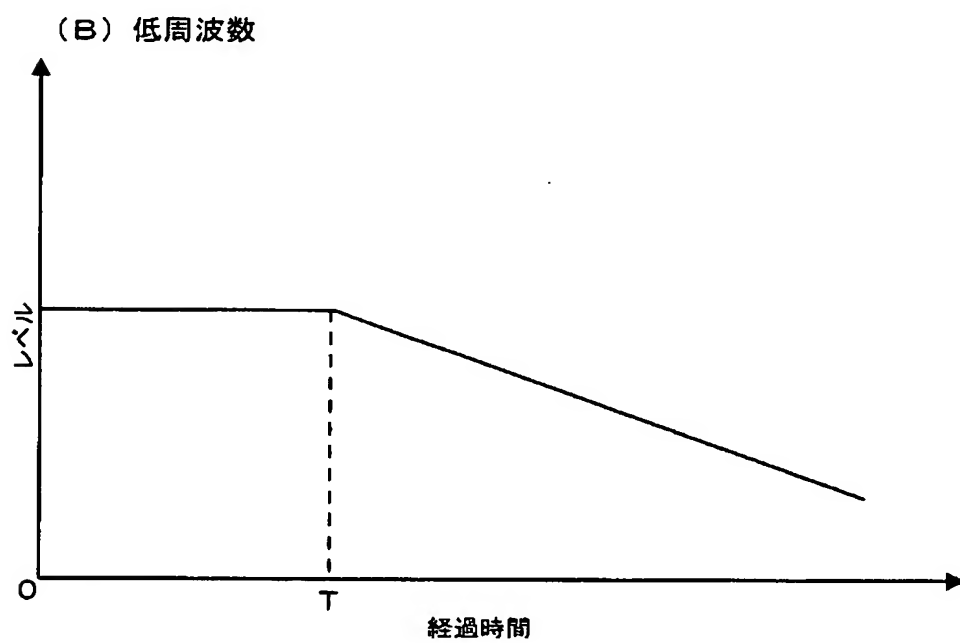
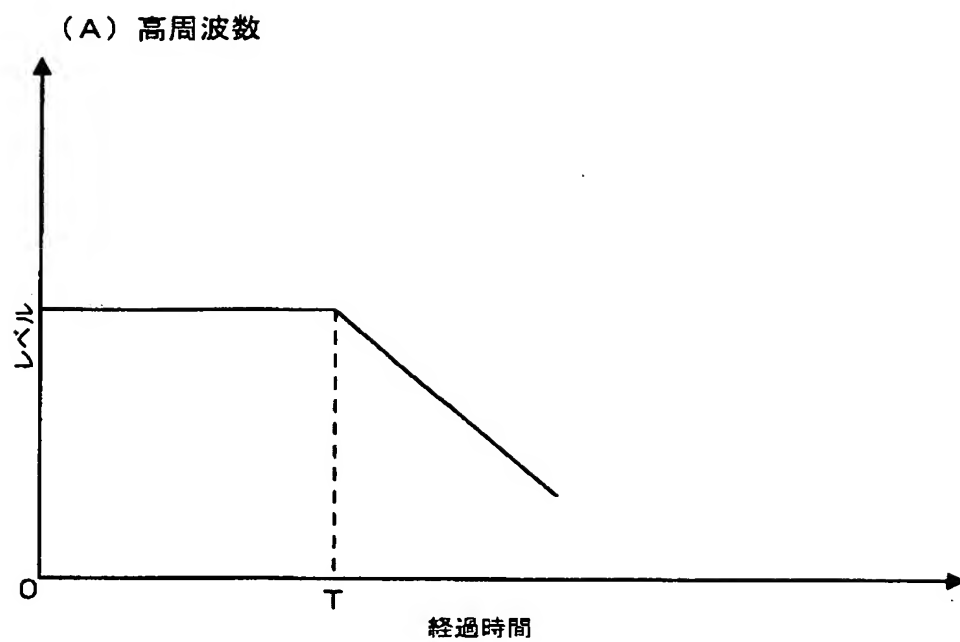
【図 2】



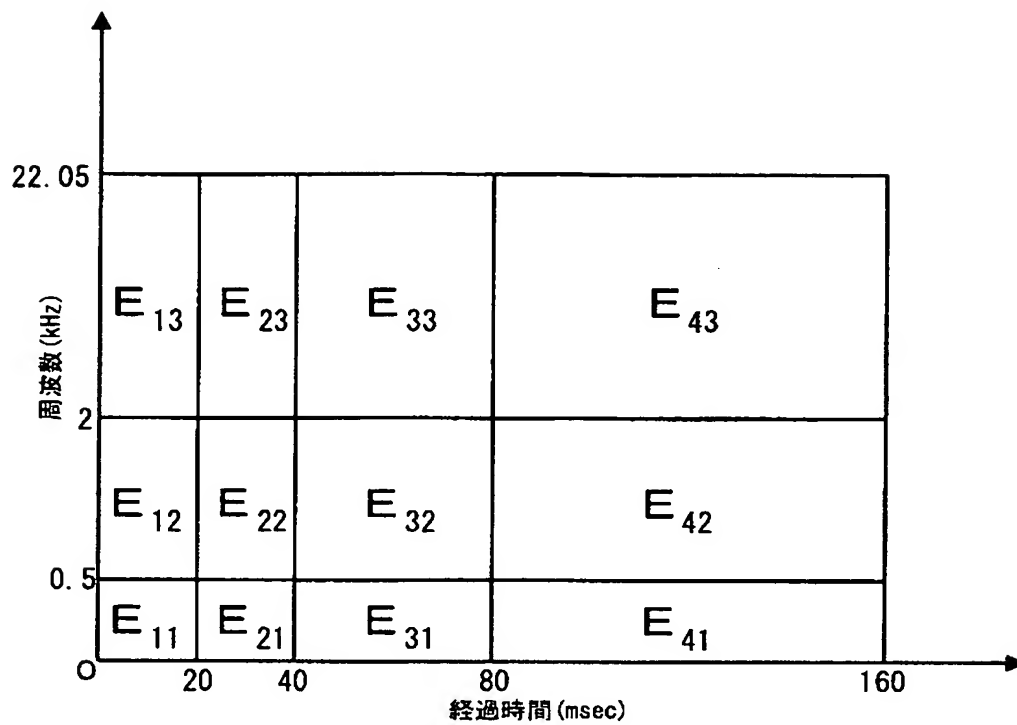
【図 3】

ルームNo.	評価値	
	ソース1	ソース2
1	-3.28	-2.44
2	-2.74	-2.82
3	-2.72	-2.68
4	-2.39	-2.27
5	-0.94	-0.87
6	-0.68	-0.20
7	-0.29	0.49
8	0.08	0.22
9	0.35	0.88
10	0.41	-0.13
11	1.72	0.60
12	2.07	1.42
13	2.29	1.97
14	2.73	2.85
15	3.38	2.99

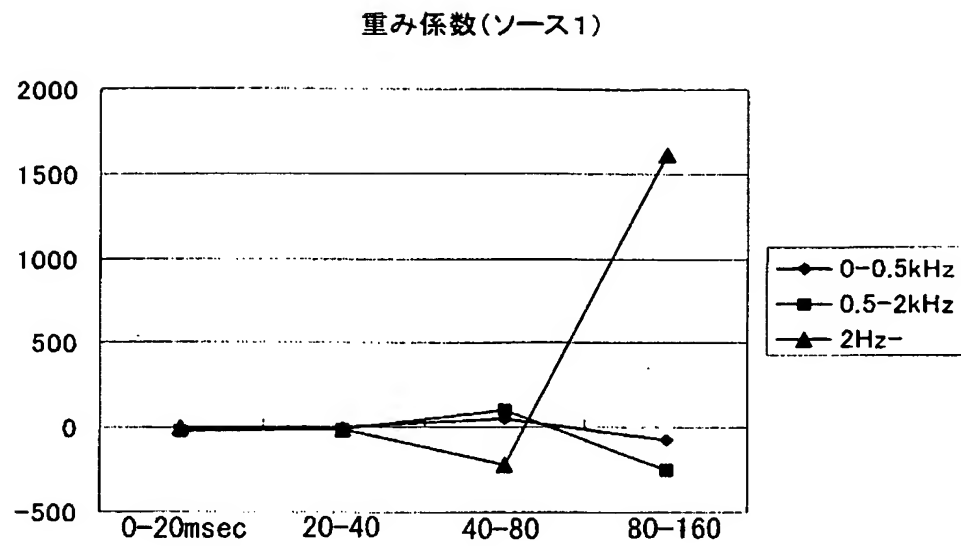
【図 4】



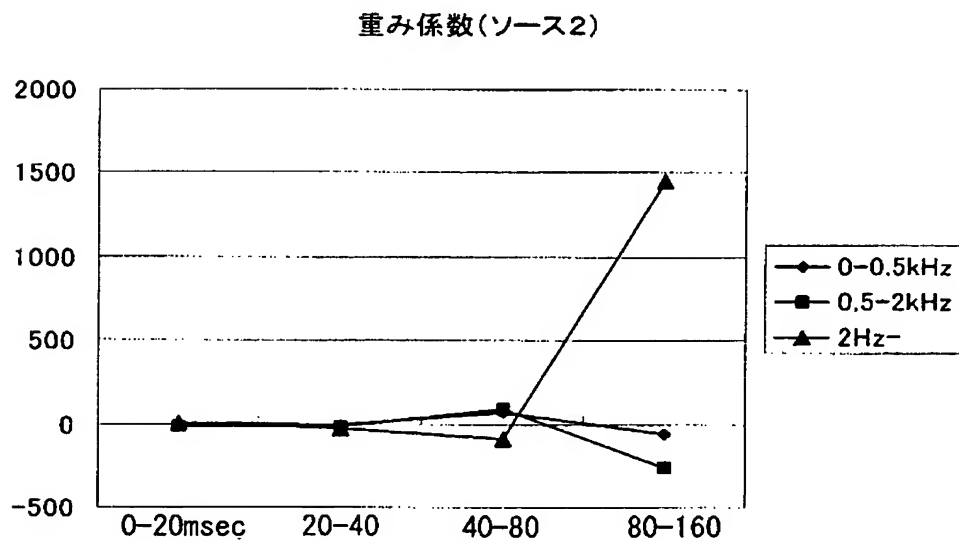
【図 5】



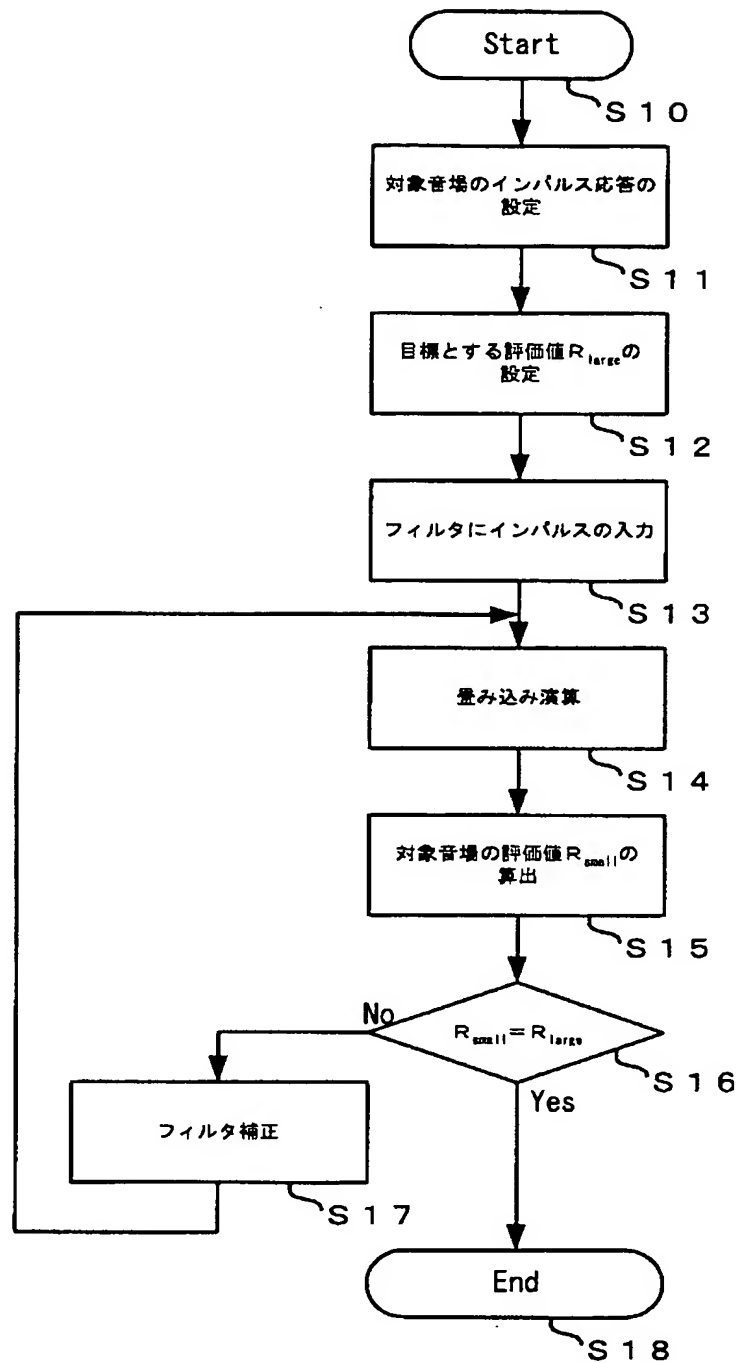
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 再生音場の音響特性に応じて音響情報を付加し、原音場と同様の臨場感のある再生音を得る音場制御システム及び音場制御方法を提供する。

【解決手段】 音場空間特性判定システム S I は、音場再生の対象となる音場 10 のインパルス応答を測定し、当該インパルス応答を周波数成分及び時間成分で複数のブロックに分割し、ブロック夫々の重み係数に基づいて加重線形和を算出することにより、音場 10 の広さ感を判定する。音場制御システム S L は、所望する音場の広さ感との差異に基づいて、付加する情報をブロック単位で算出し、算出された情報を音源に付加し再合成する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 6 7 8 1 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 0 1 6 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都目黒区目黒1丁目4番1号

氏 名

パイオニア株式会社